

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①1 **DE 3638174 A1**

②1 Aktenzeichen: P 36 38 174.8
②2 Anmeldetag: 8. 11. 86
④3 Offenlegungstag: 19. 5. 88

⑤1 Int. Cl. 4:
H 02 M 3/158
H 03 K 17/687
// H 01 F 7/18

Behördeneigentum

DE 3638174 A1

⑦1 Anmelder:

Parker Hannifin NMF GmbH, 5000 Köln, DE

⑦4 Vertreter:

Becker, T., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Müller, K., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing., 4030 Ratingen; Pust, D., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:

Vrancken, Hans-Peter, 4050 Mönchengladbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Treiberschaltung für induktive Verbraucher

Bei einer Schaltungsanordnung für induktive Verbraucher sind zwei in einer Brückenschaltung angeschlossene gleiche Verstärkungsglieder, vorzugsweise N-Kanal LeistungsmosFETs, bei der der induktive Verbraucher als Brückendiagonale geschaltet ist, zwei unidirektionale, jeweils zwischen die Verstärkungsglieder geschaltete Stromrichter und ein in Reihe zum Verbraucher angeschlossener Meßwiderstand vorgesehen.

DE 3638174 A1

Patentsprüche

1. Schaltungsanordnung (10) für induktive Verbraucher mit zwei in einer Brückenschaltung angeschlossenen gleichen Verstärkungsgliedern (12, 14), bei der der induktive Verbraucher (16) als Brückendiagonale geschaltet ist, mit zwei unidirektionalen, jeweils zwischen die Verstärkungsglieder geschalteten Stromrichtern (18, 20), und mit einem in Reihe zum Verbraucher angeschlossenen Meßwiderstand (22).
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Regelorgan (28) vorgesehen ist, das einen Eingang (*IN*) zum Empfang eines Soll-Signals und einen weiteren, an den Meßwiderstand (22) angeschlossenen Eingang (*IST*) für das Ist-Signal sowie einen Ausgang (*OUT*) aufweist, von dem ein Ausgangssignal für die Ansteuerung der Verstärkungsglieder (12, 14) abgebar ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelorgan als Konstantstromregler (28) ausgebildet ist, der ein impulsförmiges Ausgangssignal abgibt, dessen Impulsbreite in Abhängigkeit von dem Unterschied zwischen Ist-Signal und Soll-Signal variiert wird.
4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsglieder unipolare Transistoren (12, 14) sind.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Transistoren N-Kanal-Leistungs-MOSFETs (12, 14) sind.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Feldeffekt-Transistor (12) als Sourcefolger und andere Feldeffekt-Transistor (14) als Drainfolger geschaltet ist.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für den als Sourcefolger geschalteten Feldeffekttransistor (12) eine Treiberschaltung (24) vorgesehen ist, die eine Spannungswandlerschaltung (30, 32, 34, 38, 40, 42) umfaßt, der eine Gegentaktstufe (54, 56) nachgeschaltet ist, deren Ausgang an den Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors (12) angeschlossen ist.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungswandlerschaltung einen Frequenzgenerator (30) mit nachgeschalteter Gegentaktstufe (32, 34) und an diese angeschlossenem Spannungsverdoppler (38, 40, 42) aufweist.
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungswandlerschaltung einen Spannungsregler (36) zur Regelung des Nullpotentials aufweist.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegentaktstufe (54, 56) der Treiberschaltung ein Koppelglied (48) zur Einkopplung des Ausgangssignals des Regelorgans (28) vorgeschaltet ist.
11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppelglied (48) ein Opto-Koppler mit einem Triggerglied ist.
12. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6—11, dadurch gekennzeichnet, daß für den als Drainfolger geschalteten Feldeffekttransistor (14) eine Treiberschaltung (26) vorgesehen ist.
13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Treiberschaltung (26) einen an die Versorgungsspannung ange-

schlossenen Spannungsregler (60) und eine daran angeschlossene Gegentaktstufe (68, 70) aufweist.

14. Schaltungsanordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegentaktstufe ein Koppelglied (62) zur Einkopplung des Ausgangssignals des Regelorgans (28) vorgeschaltet ist.

15. Schaltungsanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppelglied (62) ein Opto-Koppler mit einem Triggerglied ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für induktive Verbraucher mit zwei in einer Brückenschaltung angeschlossenen Verstärkungsgliedern, bei der der induktive Verbraucher als Brückendiagonale geschaltet ist, mit zwei unidirektionalen, jeweils zwischen die Verstärkungsglieder geschalteten Stromrichtern und mit einem in Reihe zum Verbraucher angeschlossenen Meßwiderstand.

Bei einer bekannten derartigen Schaltungsanordnung werden bipolare Transistoren als Verstärkungsglieder eingesetzt, und zwar je ein PNP-Transistor und ein NPN-Transistor; übliche Dioden werden als Stromrichter verwendet. Mit der bekannten Schaltungsanordnung soll erreicht werden, daß ein induktiver Verbraucher, beispielsweise eine Magnetspule mit beweglichem Anker, wie sie in magnetisch gesteuerten Ventilen verwendet wird, schnell erregt und schnell gelöscht werden kann. Die Einschaltung des Verbrauchers erfolgt durch einen Konstantstrom vom Pluspol einer Spannungsquelle über die Reihenschaltung aus PNP-Transistor, Verbraucher, NPN-Transistor und Strommeßwiderstand zum Minuspol der Spannungsquelle. Bei der Einschaltung wird der für eine niedrige Betriebsspannung ausgelegte Verbraucher durch den Konstantstrom übererregt, so daß sich eine kurze Anzugszeit ergibt. Bei der Abschaltung des Verbrauchers wird der Freilaufstrom über die beiden in gegenüberliegenden Brücken zweigen in Reihe zum Verbraucher liegenden Dioden zurückgespeist, so daß sich eine sehr kurze Abschaltzeit des Verbrauchers ergibt. Für die zum Versorgen des induktiven Verbrauchers aus Leistungsgründen erforderlichen Darlington-Transistoren muß jedoch eine relativ hohe Verlustleistung aufgebracht werden, da diese bipolaren Darlington-Transistoren eine Kollektor-Emitter-Restspannung U_{CE} von typisch zwei Volt aufweisen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die bekannte Schaltungsanordnung weiterzuentwickeln und eine Schaltungsanordnung zur Verfügung zu stellen, bei welcher nur eine erheblich geringere Verlustleistung aufgebracht werden muß als beim Stand der Technik.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schaltungsanordnung für induktive Verbraucher mit zwei in einer Brückenschaltung angeschlossenen gleichen Verstärkungsgliedern, bei der der induktive Verbraucher als Brückendiagonale geschaltet ist, mit zwei unidirektionalen, jeweils zwischen die Verstärkungsglieder geschalteten Stromrichtern und mit einem in Reihe zum Verbraucher angeschlossenen Meßwiderstand.

Die Verwendung gleicher Verstärkungsglieder, vorzugsweise unipolarer Transistoren und besonders vorzugsweise von N-Kanal Leistungs-MOSFETs, führt dazu, daß jegliche Abgleichelemente entfallen können. Damit verringert sich der Bauteilaufwand. N-Kanal Leistungs-MOSFETs weisen nur einen äußerst geringen

Drain-Source-Einschaltwiderstand $R_{DS_{on}}$ von typisch dreißig mOhm auf. Hierdurch kann eine äußerst verlustleistungsarme Ansteuerung des induktiven Verbrauchers erfolgen, und die Betriebssicherheit wird erhöht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist ein Regelorgan vorgesehen, das einen Eingang zum Empfang eines Soll-Signals und einen weiteren, an den Meßwiderstand angeschlossenen Eingang zum Empfang eines Ist-Signals sowie einen Ausgang aufweist, von dem ein Ausgangssignal für die Ansteuerung der Verstärkungsglieder abgebar ist. Hierdurch läßt sich mit geringem Bauteilaufwand eine hochpräzise Regelung des an den induktiven Verbraucher abgegebenen Stromes erreichen. Dieser Vorteil wird noch vergrößert, wenn das Regelorgan als Konstantstromregler ausgebildet ist, der ein impulsförmiges Ausgangssignal abgibt, dessen Impulsbreite in Abhängigkeit von dem Unterschied zwischen Ist-Signal und Soll-Signal variiert wird.

Vorzugsweise ist der eine Feldeffekt-Transistor als Sourcefolger und der andere Feldeffekt-Transistor als Drainfolger geschaltet. Es ist zur Ansteuerung der MOS-Leistungs-Feldeffekttransistoren erforderlich, das Gate bei einer Taktfrequenz von typisch dreißig kHz niederohmig und mit gleichbleibenden Spannungswerten anzusteuern. Um Schaltverluste zu vermeiden, sollte ein Treibersignal mit hoher Flankensteilheit verwendet werden. Da beide Feldeffekttransistoren symmetrisch arbeiten müssen, ist es erforderlich, daß die zur Ansteuerung der Feldeffekttransistoren verwendeten Schaltungsteile gleiche Schaltzeiten aufweisen. Schließlich sollen diese Eigenschaften auch bei schwankender Versorgungsspannung beispielsweise im Bereich zwischen zwanzig und vierzig Volt Gleichspannung, erfüllt werden.

Hierzu wird gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung vorgeschlagen, für den als Sourcefolger geschalteten Feldeffekttransistor eine Treiberschaltung vorzusehen, die eine Spannungswandlerschaltung umfaßt, der eine Gegentaktstufe nachgeschaltet ist, deren Ausgang an den Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors angeschlossen ist.

Hierdurch kann auf einfache Weise erreicht werden, daß, wie bei einem Sourcefolger erforderlich, die Treiberspannung am Gate mindestens +10 Volt beträgt, bezogen auf den an der Versorgungsspannung liegenden Drainanschluß, während die Obergrenze der Gate-Spannung bei maximal +20 Volt liegt. Die Treiberspannung muß daher aus der Versorgungsspannung erzeugt werden und um etwa 10 bis 15 Volt höher sein als diese.

Vorteilhafterweise weist die Spannungswandlerschaltung einen Frequenzgenerator mit nachgeschalteter Gegentaktstufe und an diese angeschlossenem Spannungsverdoppler auf. In vorteilhafter Weise wird gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung die Speisespannung der Wandler-schaltung stabilisiert, und zwar dadurch, daß die Spannungswandlerschaltung einen Spannungsregler zur Regelung des Nullpotentials aufweist.

Zur Vervollständigung des eingangs genannten Regelkreises ist es erforderlich, daß Ausgangssignal des Regelorgans einzukoppeln. Dies wird in vorteilhafter Weise dadurch erreicht, daß gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung der Gegentaktstufe der Treiberschaltung ein Koppelglied zur Einkopplung des Ausgangssignals des Regelorgans vorgeschaltet ist. Auf besonders vorteilhafte Weise kann die Einkopplung des Ausgangssignals po-

tentialfrei erfolgen, wenn das Koppelglied ein Opto-Koppler mit einem Trägerglied ist. Wenn der Opto-Koppler nämlich beispielsweise eine interne Schmitt-Trigger-Funktion aufweist, wird die Schaltgeschwindigkeit erhöht.

Für den anderen, als Drainfolger geschalteten Feldeffekttransistor muß die Treiberspannung am Gate mindestens zehn Volt betragen, bezogen auf den auf Nullpotential liegenden Sourceanschluß, während die Obergrenze der Gatespannung bei maximal +20 Volt liegt. Daher muß aus der Versorgungsspannung eine um 10 bis 15 Volt über den Nullpotential liegende Treiberspannung erzeugt werden. Dies wird vorteilhafterweise durch eine Treiberschaltung für den als Drainfolger geschalteten Feldeffekttransistor erreicht.

Diese Treiberschaltung weist vorteilhafterweise einen an die Versorgungsspannung angeschlossenen Spannungsregler und eine daran angeschlossene Gegentaktstufe auf. Auf diese Weise können mit geringem Bauteilaufwand die genannten Anforderungen erfüllt werden; eine Spannungsverdopplerschaltung kann in diesem Fall entfallen.

Auch bei dem als Drainfolger geschalteten Feldeffekttransistor kann auf die bereits beschriebene Weise über ein der Gegentaktstufe vorgeschaltetes Koppelglied die Einkopplung des Ausgangssignals des Regelorgans erfolgen, vorzugsweise potentialfrei durch Verwendung eines Opto-Kopplers mit einem Triggerglied als Koppelglied.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, aus welchem weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung zum Betrieb eines induktiven Verbrauchers gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Treiberschaltung für die in Fig. 1 dargestellte Schaltungsanordnung,

Fig. 3 eine weitere erfindungsgemäße Treiberschaltung für die in Fig. 1 gezeigte Schaltungsanordnung.

In Fig. 1 ist eine Schaltungsanordnung zum Betrieb eines induktiven Verbrauchers 16 dargestellt. Der induktive Verbraucher 16 ist in die Diagonale einer Brückenschaltung zweier Feldeffekttransistoren vom N-Kanal Leistungs-MOSFET-Typ 12, 14 geschaltet. Vom Drain-Anschluß des Feldeffekttransistors 12 führt eine Leitung zu einer Versorgungsspannung $+V_S$ und zu einer Diode 18, deren anderer Anschluß mit dem induktiven Verbraucher 16 und dem Drain-Anschluß des anderen Feldeffekttransistors 14 verbunden ist. Der Source-Anschluß des Feldeffekttransistors 12 ist an den anderen Anschluß des induktiven Verbrauchers 16 und an eine weitere Diode 20 geführt, die mit ihrem anderen Anschluß an Masse und an einem Meßwiderstand 22 angeschlossen ist, der mit dem Source-Anschluß des zweiten Feldeffekttransistors 14 verbunden ist. Das Gate des Feldeffekt-Transistors 12 wird von einer genauer in Fig. 2 dargestellten Treiberschaltung 24 angesteuert. Auf entsprechende Weise wird das Gate des zweiten Feldeffekttransistors 14 von einer genauer in Fig. 3 dargestellten Treiberschaltung 26 angesteuert.

Zwischen dem Source-Anschluß des Feldeffekttransistors 14 und dem Meßwiderstand 22 wird ein Ist-Signal abgenommen und einem Ist-Eingang eines Konstantstromreglers 28 zugeführt. Dieser weist einen weiteren Eingang I_N auf, an den ein Soll-Signal angelegt werden kann. Weiterhin ist der Konstantstromregler 28 mit einem Ausgang OUT versehen, von dem ein Ausgangssi-

gnal abgegeben wird, das sowohl der Treiberschaltung 24 als auch der Treiberschaltung 26 zugeführt wird. Der Konstantstromregler 28 erzeugt Impulse fester Frequenz, deren Impulsbreite in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem Soll-Signal und dem Ist-Signal variiert wird.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Treiberschaltung 24 für den als Sourcefolger geschalteten Feldeffekttransistor 12 ist ein an die Versorgungsspannung $+V_S$ angeschlossener Festspannungsregler 36 vorgesehen, der das Nullpotential der Schaltung regelt. Ein Frequenzgenerator 30 gibt Impulse mit einer festen Frequenz, typisch 10 kHz ab, die an eine aus zwei bipolaren Transistoren 32, 34 bestehende Gegentaktstufe angelegt werden. Der Transistor 32 ist ein PNP-Transistor und der Transistor 34 ein NPN-Transistor. An die Gegentaktstufe schließt eine Spannungsverdopplerschaltung aus einem Kondensator 38 sowie zwei Dioden 40, 42 an. Die erzeugte Spannung wird durch einen Glättungskondensator 44 geglättet.

Die derart erzeugte Treiberschaltung wird über eine weitere Gegentaktstufe 54, 56 auf den Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors 12 gegeben. Die weitere Gegentaktstufe besteht aus zwei bipolaren Transistoren, und zwar ist der Transistor 54 ein NPN-Transistor und der Transistor 56 ein PNP-Transistor. Die Speisespannung dieses Schaltungsteils wird über einen Spannungsregler 46 geregelt.

Damit die in der Stromregelschaltung 28 erzeugten pulswertenmodulierten Spannungssignale potentialfrei in eine entsprechende Basisansteuerung der Gegentaktstufe aus den Transistoren 54, 56 gewandelt werden können, wird eine Optokopplerschaltung mit einem Optokoppler 48 verwendet. Dessen Sendeteil ist zum Empfang des Ausgangssignals des Konstantstromreglers 28 an diesen angeschlossen und sendet eine elektromagnetische Strahlung im optischen Bereich an den Empfangsteil, von dem ein entsprechendes Signal unter Verwendung eines Bezugs-Widerstandes 50 auf einen Basis-Vorwiderstand 52 der aus den bipolaren Transistoren 54, 56 bestehenden Gegentaktschaltung eingespeist wird.

Die in Fig. 3 dargestellte Treiberschaltung 26 für den als Drainfolger geschalteten Feldeffekttransistor 14 ähnelt der rechten Hälfte der in Fig. 2 dargestellten Treiberschaltung 24. Ein an die Versorgungsspannung $+V_S$ angeschlossener Festspannungsregler 60 versorgt eine Gegentaktstufe aus bipolaren Transistoren 68, 70, von denen der Transistor 68 vom NPN-Typ und der Transistor 70 vom PNP-Typ ist. Eine potentialfreie Einkopplung des Ausgangssignals des Konstantstromreglers 28 erfolgt auf die beschriebene Weise über einen Optokoppler 62, dessen Ausgangssignal unter Verwendung eines Bezugs-Widerstandes 64 über einen Basis-Vorwiderstand 66 in die aus den Transistoren 68, 70 bestehende Gegentaktschaltung eingespeist wird.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Patentansprüchen, der Zusammenfassung und der Zeichnung offenbarten Merkmale des Gegenstandes dieser Unterlagen können einzeln als auch in beliebigen Kombinationen untereinander für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

- Leerseite -

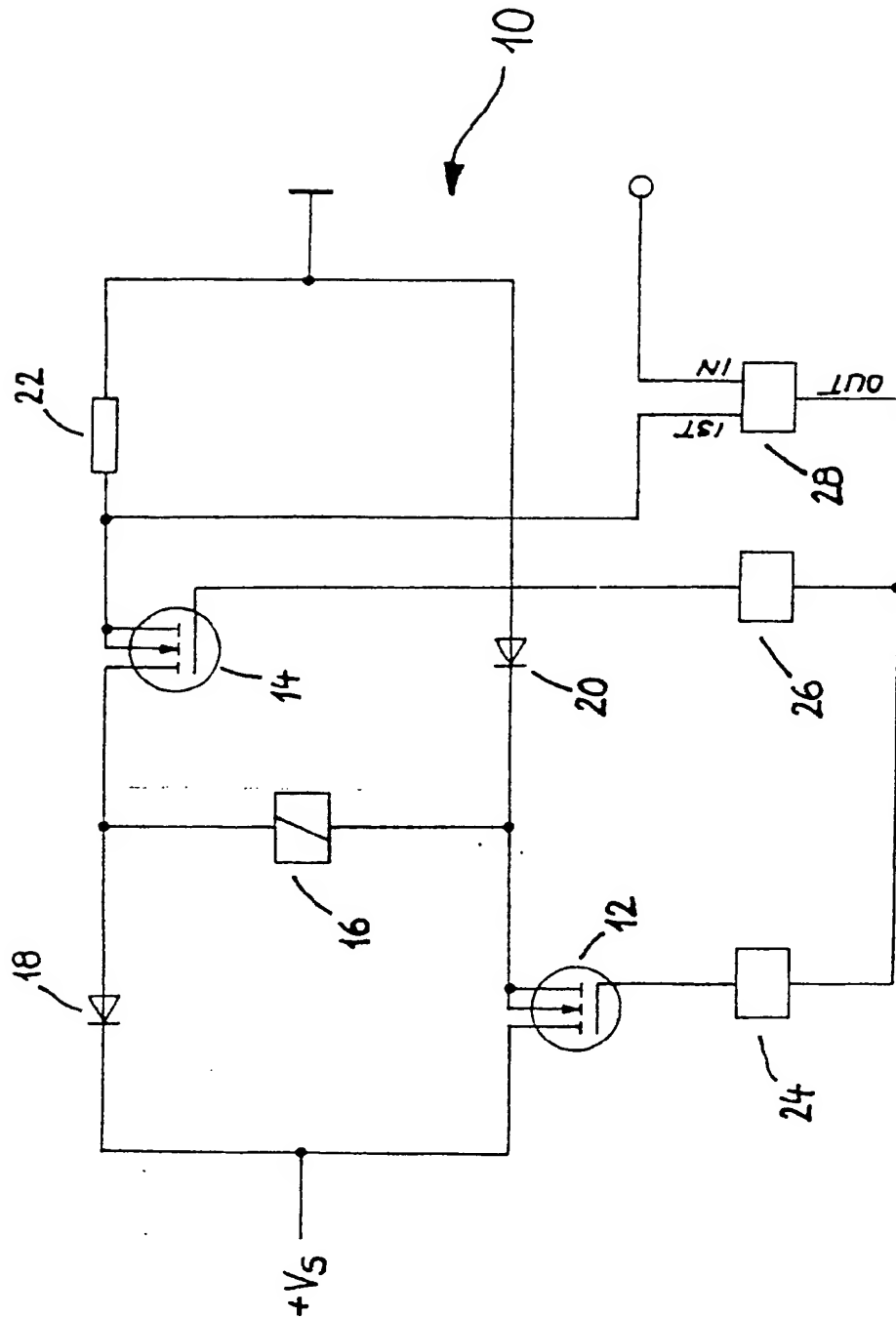


Fig. 1

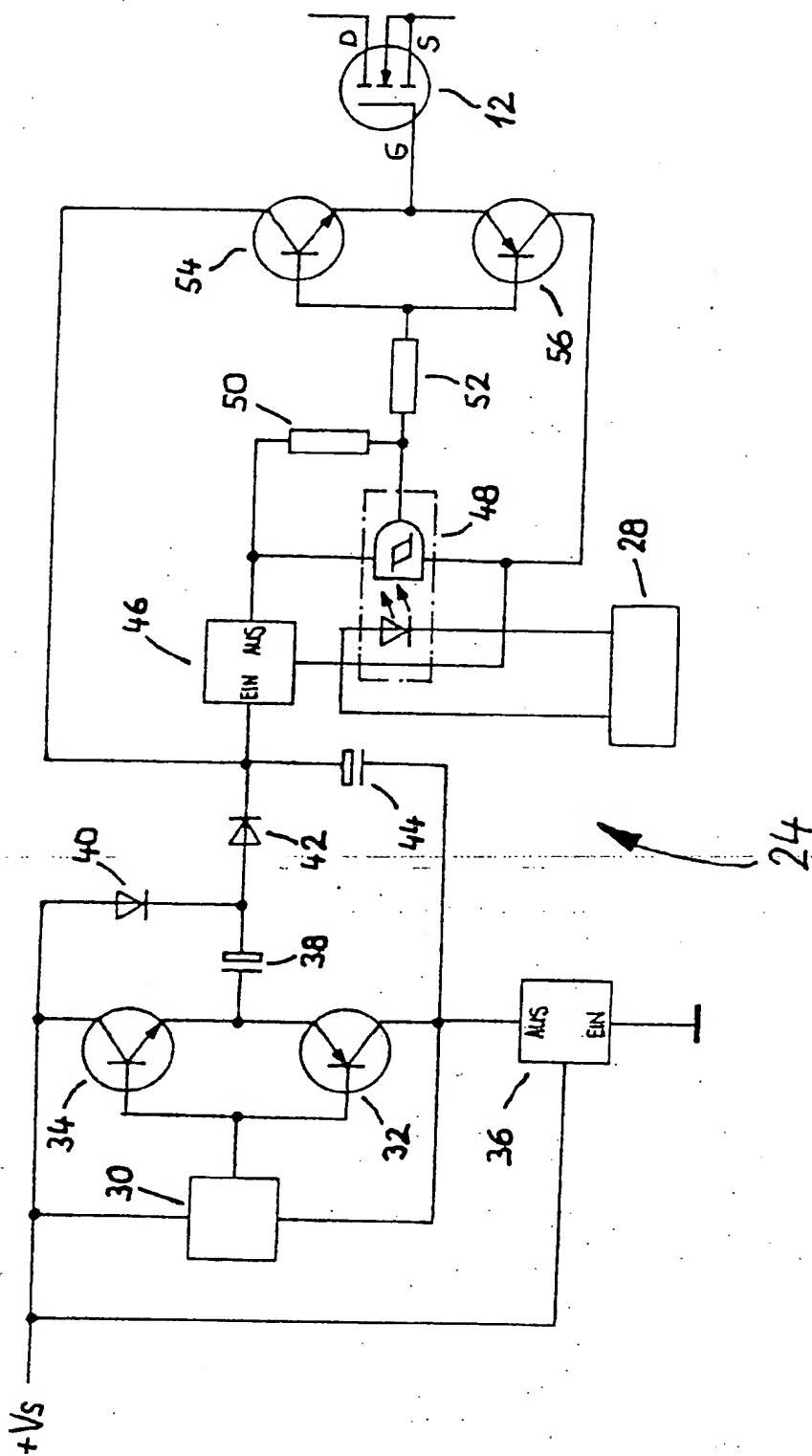


Fig. 2

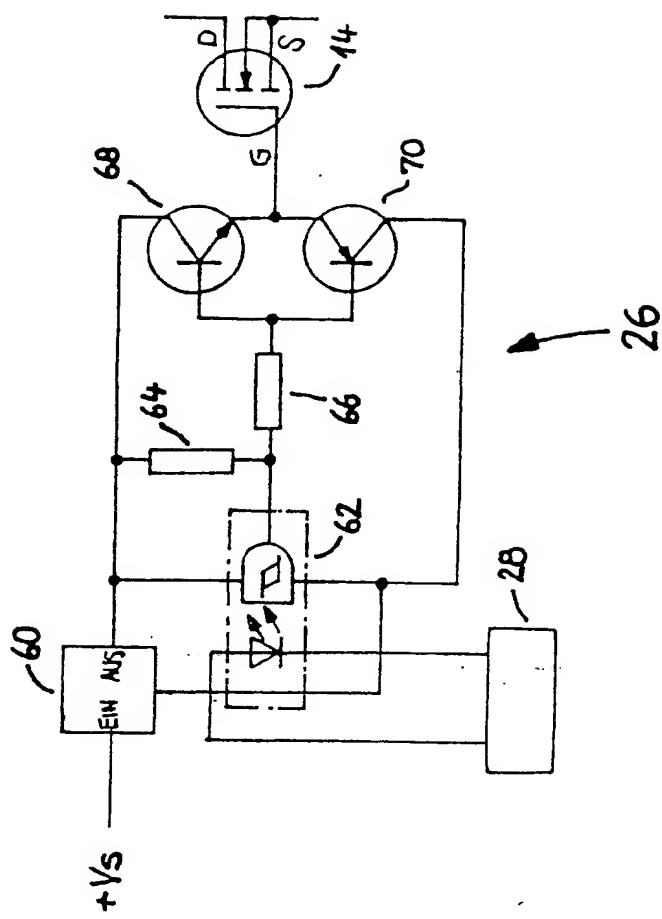


Fig. 3